

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004383

International filing date: 07 March 2005 (07.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-113361  
Filing date: 07 April 2004 (07.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

07.03.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 7 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 3 3 6 1

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

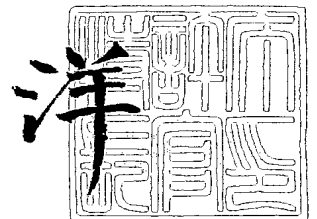
J P 2 0 0 4 - 1 1 3 3 6 1

出 願 人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2 0 0 5 年 4 月 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1040045  
【提出日】 平成16年 4月 7日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02N 11/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 田口 知成  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003207  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地  
    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100064746  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 深見 久郎  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100085132  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 森田 俊雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100112715  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松山 隆夫  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100112852  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 武藤 正  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 008268  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0209333

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

熱源からの排気が内部を所定方向に流れる排気管と、  
前記排気管に沿って設けられ、前記排気管を冷却するための冷媒が内部を流れる冷却管と、  
前記冷却管へ前記冷媒を供給する冷媒供給部と、  
前記排気の流れる方向に沿って前記排気管および前記冷却管に順次取付けられた複数の熱電発電素子とを備え、  
前記複数の熱電発電素子の各々は、高温端および低温端の間の温度差に応じた電力を発電し、かつ、各前記熱電発電素子の高温端および低温端は、対応の部位の前記排気管および前記冷却管にそれぞれ取付けられ、  
前記冷媒供給部は、前記排気管内を前記排気が流れる方向と対向する方向に前記冷媒が前記冷却管内を流れるように、前記冷媒を供給する、排気熱発電装置。

**【請求項 2】**

各前記熱電発電素子は、前記排気管および前記冷却管の間に挟まれるように配置される、請求項 1 記載の排気熱発電装置。

**【請求項 3】**

燃料の燃焼エネルギーを源として車輪駆動力を発生する第 1 の駆動力発生装置と、  
請求項 1 または 2 に記載の排気熱発電装置と、  
電力源とを備え、  
前記排気熱発電装置は、前記第 1 の駆動力発生装置を前記熱源として電力を発電し、  
前記排気熱発電装置による発電電力および前記電力源からの供給電力を源として車輪駆動力を発生する第 2 の駆動力発生装置をさらに備える、自動車。

**【請求項 4】**

前記電力源は二次電池であり、  
前記排気熱発電装置は、前記排気熱発電装置による発電電力を前記二次電圧の充電電圧に変換する電力変換器をさらに含む、請求項 3 に記載の自動車。

**【請求項 5】**

入力された電力を前記第 2 の駆動力発生装置の駆動電力に変換する駆動電力変換装置をさらに備え、  
前記排気熱発電装置は、前記排気熱発電装置による発電電力を前駆動電力変換への入力電力へ変換する電力変換器をさらに含む、請求項 3 に記載の自動車。

**【請求項 6】**

前記第 1 の駆動力発生装置によって発生された前記車輪駆動力の少なくとも一部を、前記第 2 の駆動力発生装置の駆動電力に利用可能な電力へ変換する発電装置と、  
前記自動車を運転者の指示に応じて運転させるための制御装置とをさらに備え、  
前記電力源は二次電池であり、  
前記制御装置は、前記運転者の指示に基づいて算出される車両の走行に必要な車両要求パワーおよび前記二次電池の充電レベルを維持するための充電要求パワーに加えて、前記排気熱発電装置による発電電力をさらに考慮して、前記第 1 の駆動力発生装置の作動を制御する、請求項 3 に記載の自動車。

【書類名】明細書

【発明の名称】排気熱発電装置およびそれを備えた自動車

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、排気熱発電装置に関し、より特定的には、車両のエンジン等の熱源からの排気の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する排気熱発電装置およびそれを備えた自動車に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来より、省エネルギー化を図るために、自動車等のエンジンや工場の等から排出された排気ガスに含まれた熱エネルギーを、熱電変換素子によって電気エネルギーに変換して有効利用する排気熱発電装置が提案されている（たとえば特許文献1）。特に、このような排気熱発電装置をハイブリッド自動車に搭載して、廃エネルギーを回収する動作に異常が生じた際にエネルギー効率が低下するのを抑制する構成（たとえば特許文献2）や、排気熱発電装置中の発電モジュールの取付構造を改良することにより、発電モジュールの発電量を確保する構成が提案されている（たとえば特許文献3）。

【0 0 0 3】

特に、特許文献3では、エンジンからの排気管の外面に発電モジュールの高温端を押圧取付けし、低温端を冷却水で冷却することで廃熱を電力に変換して、高い電力変換効率を有する熱電発電素子を備えた自動車の技術が開示されている。

【特許文献1】特開昭61-254082号公報

【特許文献2】特開2001-28805号公報

【特許文献3】特開2001-12240号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

特許文献3に開示された自動車用排熱発電装置では、排気管内の集熱フィンが排気管の下流ほど高密度に設けることにより熱電発電素子の高温端を一定温度に制御して、エンジンの低出力領域でも発電量を確保している。さらに、当該フィンは熱電発電素子の押圧取付けの際の補強部材としての機能を兼ねて備えている。

【0 0 0 5】

しかしながら、このような構造では、フィンを多数設けることによって、排気ガスが流れにくくなり、かつ配管の構造も複雑になるといった問題点が発生してしまう。

【0 0 0 6】

この発明は、このような問題点を解決するためのものであって、この発明の目的は、配管構造を複雑化することなく、熱電変換効率を向上させた排気熱発電装置およびそれを備えた自動車を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

この発明による排気熱発電装置は、排気管と、冷却管と、冷媒供給部と、複数の熱電発電素子とを備える。排気管は、内部を熱源からの排気が所定方向に流れる。冷却管は、排気管に沿って設けられ、排気管を冷却するための冷媒が内部を流れる。冷媒供給部は、冷却管へ冷媒を供給する。複数の熱電発電素子は、排気の流れる方向に沿って排気管および冷却管に順次取付けられる。複数の熱電発電素子の各々は、高温端および低温端の間の温度差に応じた電力を発電し、かつ、各熱電発電素子の高温端および低温端は、対応の部位の排気管および冷却管にそれぞれ取付けられる。冷媒供給部は、排気管内を排気が流れる方向と対向する方向に冷媒が冷却管内を流れるように、冷媒を供給する。

【0 0 0 8】

好ましくは、各熱電発電素子は、排気管および冷却管の間に挟まれるように配置される。

## 【0009】

この発明による自動車は、請求項1または2に記載の排気熱発電装置と、第1の駆動力発生装置と、電力源と、第2の駆動力発生装置とを備える。第1の駆動力発生装置は、燃料の燃焼エネルギーを源として車輪駆動力を発生する。排気熱発電装置は、第1の駆動力発生装置を熱源として電力を発電する。第2の駆動力発生装置は、排気熱発電装置による発電電力および電力源からの供給電力を源として車輪駆動力を発生する。

## 【0010】

好ましくは、電力源は二次電池であり、排気熱発電装置は、排気熱発電装置による発電電力を二次電圧の充電電圧に変換する電力変換器をさらに含む。

## 【0011】

また好ましくは、自動車は、入力された電力を第2の駆動力発生装置の駆動電力に変換する駆動電力変換装置をさらに備え、排気熱発電装置は、排気熱発電装置による発電電力を前駆動電力変換への入力電力へ変換する電力変換器をさらに含む。

## 【0012】

あるいは好ましくは、自動車は、発電装置と、制御装置とをさらに備える。発電装置は、第1の駆動力発生装置によって発生された車輪駆動力の少なくとも一部を、第2の駆動力発生装置の駆動電力に利用可能な電力へ変換する。制御装置は、自動車を運転者の指示に応じて運転させるために設けられる。電力源は二次電池であり、制御装置は、運転者の指示に基づいて算出される車両の走行に必要な車両要求パワーおよび二次電池の充電レベルを維持するための充電要求パワーに加えて、排気熱発電装置による発電電力をさらに考慮して、第1の駆動力発生装置の作動を制御する。

## 【発明の効果】

## 【0013】

この発明による排気熱発電装置は、排気管に沿って設けられる冷却管内の冷媒の流れと排気管内の排気の流れとを対向させるので、両者の流れを同方向とした場合と比較して、排気の下流側に位置する熱電発電素子での発電量を確保できる。この結果、熱電発電素子全体での発電量も増加するので、発電効率を向上できる。

## 【0014】

また、熱電発電素子は、排気管および冷却管の間に挟み込んで配置することで、効率的に取付けられる。

## 【0015】

この発明による自動車は、第1の駆動力発生装置（エンジン）および第2の駆動力発生装置（モータ）の双方によって車輪駆動が可能なハイブリッドシステムへ、請求項1または2に記載の排気熱発電装置を適用して、第1の駆動力発生装置（エンジン）からの排気の熱エネルギーを電気エネルギーに高効率に回収できる。これにより、車両のエネルギー効率を改善して、燃費向上を図ることができる。

## 【0016】

特に、排気熱発電装置による発電電力は、電力源（バッテリー）の充電電力、あるいは第2の駆動力発生装置（モータ）の駆動電力発生装置（インバータ）の入力電力として利用できる。

## 【0017】

さらに、車両要求パワーおよび二次電池からの充電要求パワーを考慮して第1の駆動力発生装置（エンジン）の作動を制御する構成において、排気熱発電装置による発電電力をさらに反映して当該制御を行なうことにより、排気熱発電装置での発電効率の向上を自動車の燃費向上により直接的に反映することが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

以下に、この発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。なお、以下では同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰返さない。

## 【0019】

図1は、この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステム100の全体構成を示すブロック図である。

【0020】

図1を参照して、この発明の実施の形態によるハイブリッドシステム100は、エンジン10と、バッテリー20と、インバータ30と、車輪40aと、トランスアクスル50と、ECU (Electric Control Unit) 90と、排気マニホールド105と、排気管110と、排気熱発電装置200とを備える。

【0021】

エンジン10は、ガソリン等の燃料の燃焼エネルギーを源として、車輪40aの駆動力を発生する。すなわち、エンジン10は、この発明における「第1の駆動力発生装置」に相当する。また、エンジン10は、この発明における「熱源」としても作用する。排気マニホールド105は、エンジン10からの排気15をまとめて排気管110へ送出する。排気管110は、排気15を所定方向に排出する。

【0022】

バッテリー20は、「電力源」として動作して、電力ライン51に直流電力を供給する。バッテリー20は、充電可能な二次電池で構成され、代表的には、ニッケル・水素蓄電池やリチウムイオン二次電池等が適用される。

【0023】

インバータ30は、電力ライン51にバッテリー20から供給された直流電力を交流電力に変換して、電力ライン53へ出力する。あるいは、インバータ30は、電力ライン52、53に供給された交流電力を直流電力に変換して、電力ライン51へ出力する。

【0024】

トランスアクスル50は、トランスミッションとアクスル（車軸）を一体構造として備えており、動力分割機構60と、減速機62と、ジェネレータ70と、モータ80とを有する。

【0025】

動力分割機構60は、エンジン10によって生じた駆動力を、減速機62を介して車輪40a駆動用の車軸41へ伝達する経路と、ジェネレータ70へ伝達する経路とに分割可能である。

【0026】

ジェネレータ70は、動力分割機構60を介して伝達されたエンジン10からの駆動力によって回転されて発電する。ジェネレータ70による発電電力は、電力ライン52を介してインバータ30へ供給され、バッテリー20の充電電力として、あるいはモータ80の駆動電力として用いられる。すなわち、ジェネレータ70は、この発明における「発電装置」に相当する。

【0027】

モータ80は、インバータ30から電力ライン53に供給された交流電力によって回転駆動される。すなわち、インバータ30は、この発明における「駆動電力変換装置」に対応する。

【0028】

モータ80によって生じた駆動力は、減速機62を介して車軸41へ伝達される。すなわち、モータ80は、車輪駆動力を発生する「第2の駆動力発生装置」に相当する。

【0029】

また、回生制動動作時にモータ80が車輪40aの減速に伴って回転される場合には、モータ80に生じた起電力（交流電力）が、電力ライン53へ供給される。

【0030】

ECU90は、ハイブリッドシステム100が搭載された自動車を運転者の指示に応じて運転させるために、自動車に搭載された機器・回路群の全体動作を制御する。ECU90は、代表的には、予めプログラムされた所定シーケンスおよび所定演算を実行するためのマイクロコンピュータ等で構成される。

**【0031】**

このように、ハイブリッドシステム100を搭載したハイブリッド自動車においては、車輪40aは、エンジン10による駆動力およびモータ80による駆動力の両方によって駆動可能である。

**【0032】**

排気熱発電装置200は、排気管110を介して取出された、エンジン10からの排気の熱エネルギーを源として発電する。排気熱発電装置200の発電電力は、経路215に示すようにバッテリー20の充電に用いられ、あるいは、経路220に示すように直接インバータ30へ供給されて、最終的にはモータ80が発生する車輪駆動力の源の一部となる。

**【0033】**

なお、図示しないが、バッテリー20の供給電力は、モータ80駆動用のインバータ30以外への機器および回路へも供給可能である。すなわち、排気熱発電装置200の発電電力は、バッテリー20の充電を介して、自動車に搭載された任意の機器および回路の駆動電力としても使用できる。あるいは、排気熱発電装置200の発電電力を図1に示す経路以外によって他の機器および回路へ直接供給する構成とすることも可能である。

**【0034】**

また、排気熱発電装置200の構成については後ほど詳細に説明する。

**【0035】**

ハイブリッドシステム100では、発進時ならびに低速走行時あるいは緩やかな坂を下るとき等の軽負荷時には、エンジン効率の悪い領域を避けるために、エンジン10を動作させることなく、モータ80による駆動力で走行する。

**【0036】**

通常走行時には、エンジン10から出力された駆動力は、動力分割機構60によって、車輪40aの駆動力と、ジェネレータ70での発電用駆動力とに分割される。ジェネレータ70による発電電力は、モータ80の駆動に用いられる。したがって、通常走行時には、エンジン10による駆動力をモータ80による駆動力でアシストして、車輪40aが駆動される。ECU90は、動力分割機構60による動力分割比率を全体の効率が最大となるように制御する。

**【0037】**

全開加速時には、バッテリー20からの供給電力がモータ80の駆動にさらに用いられて、車輪40aの駆動力がさらに増加する。

**【0038】**

減速および制動時には、モータ80は、車輪40aによって回転駆動されて発電機として作用する。モータ80の回生発電によって回収された電力は、電力ライン53、インバータ30および電力ライン51を介してバッテリー20の充電に用いられる。

**【0039】**

さらに、車両停止時には、エンジン10は自動的に停止される。

**【0040】**

このように、この発明の実施の形態によるハイブリッドシステム100は、エンジンによって発生された駆動力と、電気エネルギーを源としてモータ80によって発生された駆動力等の組合せによって、燃費を向上させた車両運転を行なう。

**【0041】**

ECU90は、車両状況に応じてエンジン10およびモータ80の作動を制御する。特に、ECU90は、バッテリー20が一定の充電状態を維持する制御を行なっており、SOC(State of Charge)値の監視等によってバッテリー充電量の低下を検知すると、上記の基本的なエンジン10およびモータ80の作動条件に加えて、ジェネレータ70の駆動によってバッテリー20を充電するためにエンジン10を作動させる。

**【0042】**

この発明による排気熱発電装置200によって排気15の熱エネルギーから得られた電気



エネルギーは、バッテリー 20 の充電電力あるいはインバータ 30 への入力電力として、ハイブリッドシステム 100 中で回収される。したがって、排気熱発電装置 200 の熱発電効率を改善することにより、ハイブリッドシステム 100 を搭載した自動車全体におけるエネルギー効率が向上する。

【0043】

この発明による排気熱発電装置 200 は、以下に説明するような構成とすることで、その熱発電効率を改善する。

【0044】

図 2 は、この発明の実施の形態による排気熱発電装置 200 の構成を示すブロック図である。

【0045】

図 2 を参照して、「熱源」であるエンジン 10 からの排気 15 は、排気マニホールド 105 で集められた後、排気管 110 により所定方向に沿って排出される。

【0046】

排気熱発電装置 200 は、排気管 110 に取付けられた複数のスタック 210 と、電力変換器 220 と、冷却水ポンプ 230 と、冷却水ラジエータ 240 と、冷却水循環路 250, 260 とを有する。

【0047】

この発明における「冷媒供給部」に相当する冷却水ポンプ 230 は、冷却水循環路 250, 260 のそれぞれに冷媒が循環するように、冷媒を供給する。冷媒としては代表的には水が用いられるので、以下では冷媒を「冷却水」と称する。冷却水循環路 250, 260 内での冷却水の流れ方向は、図中では当該循環路上の矢印で示される。

【0048】

冷却水循環路 260 には、排気管 110 に沿って設けられ、内部を冷却水が流れる冷却水管 265 が含まれる。冷却水管 265 は、この発明における「冷却管」に相当する。

【0049】

複数のスタック 210 は、排気 15 の上流側から下流側に沿って順次設けられる。図 2 の構成例では、排気 15 の上流側から下流側へスタック ST1, ST2, ST3 が順に設けられる。各スタック 210 は同様の構造を有する。

【0050】

図 3 を参照して、各スタック 210 において、高温端 271 が排気管 110 と接し、かつ、低温端 272 が冷却水管 265 と接するように熱発電素子 270 が取付けられる。これにより、複数の熱発電素子 270 は、排気管 110 および冷却水管 265 に対して、排気 15 の上流側から下流側へ順次取付けられる。

【0051】

熱発電素子 270 は、高温端 271 および低温端 272 の間の温度差に応じた電力を発電する。したがって、排気管 110 の上流側から下流側へ順次取付けられた熱発電素子 270 の各々は、対応の部位の排気管 110 および冷却水管 265 の温度差に応じた電力を発電する。

【0052】

なお、図 3 に示すように、熱発電素子 270 を排気管 110 および冷却水管 265 の間に挟み込んで配置することにより、熱発電素子 270 を効率的に取付けることができる。

【0053】

再び図 2 を参照して、スタック ST1～ST3 の熱発電素子 270 による発電電力 P1～P3 は、電力変換器 220 によって電力 Ph に変換される。電力 Ph は、図 1 に示したように、バッテリー 20 の充電電力に用いられ、あるいは、インバータ 30 へ直接入力される。すなわち、電力変換器 220 は、スタック ST1～ST3 からの発電電力 P1～P3 を、バッテリー 20 の充電電力あるいはインバータ 30 への入力電力へ変換する。

【0054】

冷却水は、主に冷却水管 265 の通過時に排気管を冷却することにより、排気 15 から熱を奪ってその温度を下げる。

【0055】

冷却水循環路 260 を循環して温度が情報した冷却水は、冷却水循環路 250 へ送出され冷却水ラジエータ 240 によって放熱される。冷却水循環路 260 を循環した冷却水は、再び冷却水循環路 250 へ送出されて排気 15 の冷却に用いられる。

【0056】

この発明による排気熱発電装置 200 では、冷却水管 265 中の冷却水の流れが、排気管 110 を流れる排気 15 の方向と対向するように設計される。

【0057】

具体的には、冷却水ポンプ 230 から送出された冷却水が、排気管 110 の下流側のスタック ST3 から上流側のスタック ST1 の方向へ、スタック ST3 ~ ST2 ~ ST1 の順に冷却水管 265 中を通過するように冷却水循環路 260 が設計される。

【0058】

図 4 には、比較例として示される、冷却水の循環経路が異なる排気熱発電装置 200 # が示される。

【0059】

図 4 を参照して、比較例として示される排気熱発電装置 200 # は、排気管 110 中の排気 15 と同じ方向に、冷却水管 265 を冷却水の流れる点を図 2 に示した排気熱発電装置 200 と異なる。排気熱発電装置 200 # のその他の構成は、図 2 に示した排気熱発電装置 200 と同様である。

【0060】

すなわち、排気熱発電装置 200 # では、排気 15 の上流側のスタック ST1 から下流側のスタック ST3 へ向かってスタック ST1 ~ ST2 ~ ST3 の順に、冷却水が冷却水管 265 中を通過するように冷却水ポンプ 230 が配置される。

【0061】

図 5 (a) には、排気熱発電装置 200 # での各スタック ST1 ~ ST3 における熱電発電素子の高温端および低温端の間の温度差が示され、図 6 (a) には図 5 (a) に示した温度差による各スタックでの発電量が示される。

【0062】

排気熱発電装置 200 # では、排気管 110 での排気 15 の流れ方向と、冷却水管 265 中の冷却水の流れ方向とが同じであるので、冷却水管 265 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック ST1 から ST3 へ向かって順に高くなる。一方、排気管 110 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック ST1 から ST3 へ向かって順に低くなる。

【0063】

この結果、高温端および低温端の温度 281 および 282 の温度差  $\Delta t1 \#$ 、 $\Delta t2 \#$ 、 $\Delta t3 \#$  のばらつきが大きくなる。すなわち、排気管の下流側に位置するスタック (ST3) において、温度差  $\Delta t3 \#$  を確保することが困難となる。

【0064】

これに対して、図 5 (b) には、この発明による排気熱発電装置 200 での各スタック ST1 ~ ST3 における熱電発電素子の高温端および低温端の間の温度差が示され、図 6 (b) には図 5 (b) に示した温度差による各スタックでの発電量が示される。

【0065】

排気熱発電装置 200 では、排気管 110 内の排気 15 の流れ方向と、冷却水管 265 内の冷却水の流れ方向とが対向するため、冷却水管 265 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック ST1 から ST3 へ向かって順に低くなる。排気管 110 と接する低温端 272 の温度 282 は、排気熱発電装置 200 # と同様に、スタック ST1 から ST3 に向かって順に低くなる。

【0066】

したがって、高温端および低温端の温度 281 および 282 の温度差  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$  のばらつきは抑制され、排気管 110 の下流側に位置するスタック (ST3) においても温度差  $\Delta t_3$  を確保することが可能となる。

【0067】

この結果、図 6 (a) に示されるように、比較例として示される排気熱発電装置 200 #では、スタック ST1 ~ ST3 における発電量 P1 # ~ P3 # にばらつきが大きいため、特に下流側のスタック ST3 # での発電量を確保することができず、発電量 Ph # についてもそれほど大きく確保できない。

【0068】

これに対して、図 6 (b) に示されるように、この発明による排気熱発電装置 200 では、下流側のスタック ST3 でも熱発電素子での温度差  $\Delta t_3$  を確保できるので、各スタック ST1 ~ ST3 における発電量 P1 ~ P3 のばらつきが小さくなり、トータルの発電量 Ph を比較例での Ph # よりも大きくすることができる。これにより、排気熱発電装置の発電効率が向上する。

【0069】

さらに、発電効率が優れたこの発明による排気熱発電装置によって、以下に説明するようなエンジン駆動制御を行なうことにより、ハイブリッド自動車の燃費を低減できる。

【0070】

図 1 で説明したように、ECU90 は、車両状況に応じてエンジン 10 およびモータ 80 の作動を制御する。特に、SOC (State of Charge) 値の監視等によって、バッテリー 20 の充電状態を一定レベルへ維持するために、ECU90 は、エンジン 10 に要求されるエンジンパワー  $P_e$  を算出するとともに、算出されたエンジンパワー  $P_e$  に基づいて、下記の式 (1), (2) に従ってエンジン 10 の作動・停止および作動時の出力パワーを制御する。

【0071】

$$P_e = P_v + P_b \quad \dots (1)$$

$$P_b = P_{chg} + P_{sm} - P_h \quad \dots (2)$$

式 (1), (2) において、車両要求パワー  $P_v$  は、アクセル操作に代表される運転者からの操作および、現在の車速に代表される車両状況等から、ECU90 に予めプログラムされた所定の算出式に従って算出されるものとする。バッテリーパワー  $P_b$  は、SOC 値に応じて算出されるバッテリー充電要求パワー  $P_{chg}$ 、および補機等での損失パワー  $P_{sm}$  の和から、排気熱発電装置 200 による発電量  $P_h$  を差し引いて算出される。

【0072】

このように、車両要求パワー  $P_v$  およびバッテリー 20 の充電状態を維持するためのバッテリー充電要求パワー  $P_{chg}$  を考慮してエンジン 10 の作動・停止を制御する構成において、排気熱発電装置による発電量  $P_h$  をさらに反映して当該制御を行なうことにより、排気熱発電装置での発電効率向上をより有効にエンジン 10 の作動頻度低減につなげることができる。これにより、排気熱発電装置 200 での発電効率向上を自動車の燃費向上へより直接的に反映することが可能となる。

【0073】

なお、この発明による排気熱発電装置 200 は、図 1 に示したハイブリッドシステムのみでなく、たとえば図 7 に示すような、四輪駆動が可能なハイブリッドシステム 101 に適用することも可能である。

【0074】

図 7 は、この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの他の構成例を示すブロック図である。

【0075】

図 7 を参照して、この発明の他の例によるハイブリッドシステム 101 は、前輪 40a および 40b を駆動可能な四輪駆動システムを有している。

【0076】

ハイブリッドシステム101は、エンジン10と、バッテリー20と、インバータ30と、ECU90と、フロント用のトランスアクスル151と、リア用のトランスアクスル152と、排気熱発電装置200とを有する。

【0077】

フロント用のトランスアクスル151は、動力分割機構61と、モータジェネレータMG1と、無段変速装置(CVT)55とを有する。モータジェネレータMG1は、車輪40aの駆動用に設けられた図1におけるモータ80と同様の機能を有する。動力分割機構61は、図1における動力分割機構60と同様の機能を有し、エンジン10からの動力を、無段変速機55を介して車輪40aの駆動力とする経路と、モータジェネレータMG1の発電用駆動力する経路との間で分配する。

【0078】

さらに、モータジェネレータMG1がインバータ30からの供給電力によって回転されることで発生する駆動力は、動力分割機構60を介して無段変速機55へ与えられることにより、車輪40aの駆動力として用いることができる。

【0079】

リア用のトランスアクスル152は、モータジェネレータMG2を有する。モータジェネレータMG2は、インバータ30からの供給電力によって後輪40bを駆動することができる。

【0080】

図1に示した構成と同様に、バッテリー20からの供給電力は電力ライン51を介してインバータ30へ供給される。また、排気熱発電装置200からの発電電力は、経路215によってバッテリー20を充電するために用いてもよく、あるいは経路220に示すようにインバータ30へ直接入力することも可能である。

【0081】

モータジェネレータMG1およびMG2は、回生動作時には車輪40a、40bによって回転されて発電する。発電された電力は、インバータ30によって直流電力に変換されてバッテリー20の充電に用いられる。

【0082】

ハイブリッドシステム101では、発進時は、モータジェネレータMG1、MG2によって車輪40a、40bが駆動される。また、エンジン効率の悪い領域での走行となる軽負荷時には、エンジン10を停止して、フロント用のモータジェネレータMG1による前輪40aの駆動によって走行が行なわれる。

【0083】

通常走行時には、エンジン効率の良い領域での走行となるため、基本的にはエンジン10の動力によって前輪40aを駆動することで走行する。この際に、バッテリー20の充電量が不足している場合には、必要に応じてエンジン10の駆動力を用いてモータジェネレータMG1を発電機として駆動することによって、バッテリー20の充電が行なわれる。

【0084】

全開加速時には、エンジン10の出力が上昇されるとともに、無段変速機(CVT)の変速比を大きくすることにより加速が行なわれる。また、モータジェネレータMG1によって車輪駆動力をアシストすることで加速力が増加される。さらに、必要に応じてリア用のモータジェネレータMG2による後輪40bの駆動によってさらに加速が強化される。

【0085】

制動減速時には、モータジェネレータMG1、MG2を発電機として作動させて運動エネルギーを回収し、バッテリー20を充電する。

【0086】

さらに低摩擦係数( $\mu$ )路走行時には、前輪40aのスリップ検出等に応答して、フロント用のモータジェネレータMG1を発電機として作動させて発電した電力を利用して、リア用のモータジェネレータMG2を駆動して四輪駆動(4WD)とすることにより車両の走行安定性を確保する。

## 【0087】

この際に、モータジェネレータMG1の発電量ではモータジェネレータMG2の駆動電力が十分供給できない場合には、バッテリー20からの供給電力によってモータジェネレータMG2が動作される。

## 【0088】

ハイブリッドシステム101においても、ECU90は、車両状況に応じた車両要求パワーおよびバッテリー20の充電状態を維持するように算出されるバッテリーパワーに基づいて、エンジン10の作動・停止および出力パワーを制御するので、この発明による効率の高い排気熱発電装置を用いることにより、エンジンの作動頻度および出力パワーを有効に低減して燃費向上を図ることが可能となる。

## 【0089】

以上この発明の実施の形態では、この発明による排気熱発電装置をハイブリッド自動車に搭載する例について説明した。しかしながら、この発明の適用は上記の実施の形態に限定されるものではない。すなわち、この発明による排気熱発電装置は、この他のあらゆる構成のハイブリッド自動車に搭載して、エンジン排気熱を電気エネルギーとして有効に回収して燃費向上を実現できる。また、この発明による排気熱発電装置の適用は、ハイブリッド自動車に限定されず、熱源からの排気を所定方向に導く排気管と当該排気管と並行に設けられた冷却水管とを設ける系に共通に適用して、熱回収効率を向上させることが可能である。

## 【0090】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0091】

【図1】この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの全体構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態による排気熱発電装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図2におけるIII-III断面図である。

【図4】比較例として示される排気熱発電装置の構成を示すブロック図である。

【図5】各スタックでの熱発電素子の高温端および低温端の温度差を説明する図である。

【図6】各スタックでの発電量を説明する図である。

【図7】この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの他の構成例を示すブロック図である。

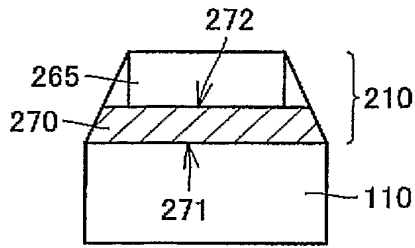
## 【符号の説明】

## 【0092】

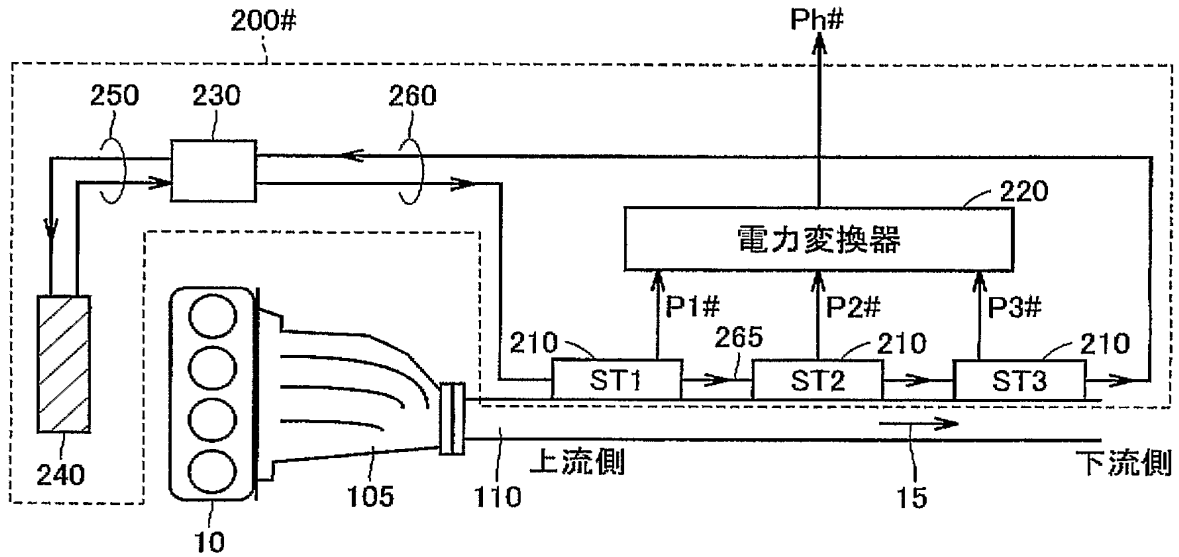
10 エンジン、15 排気、20 バッテリー、30 インバータ、40a 車輪（前輪）、40b 後輪、41 車軸、50, 151, 152 トランスアクスル、51~53 電力ライン、55 無段変速機（CVT）、60, 61 動力分割機構、62 減速機、70 ジェネレータ、80 モータ、100, 101 ハイブリッドシステム、105 排気マニホールド、110 排気管、200 排気熱発電装置、210, ST1, ST2, ST3 スタック、220 電力変換器、230 冷却水ポンプ、240 冷却水ラジエータ、250, 260 冷却水循環路、265 冷却水管、270 熱発電素子、271 高温端、272 低温端、281 高温端温度、282 低温端温度、MG1, MG2 モータジェネレータ、Pb バッテリーパワー、Pchg バッテリー充電要求パワー、Pe エンジンパワー、Ph 発電量（排気熱発電装置）、Psm 損失パワー、Pv 車両要求パワー。



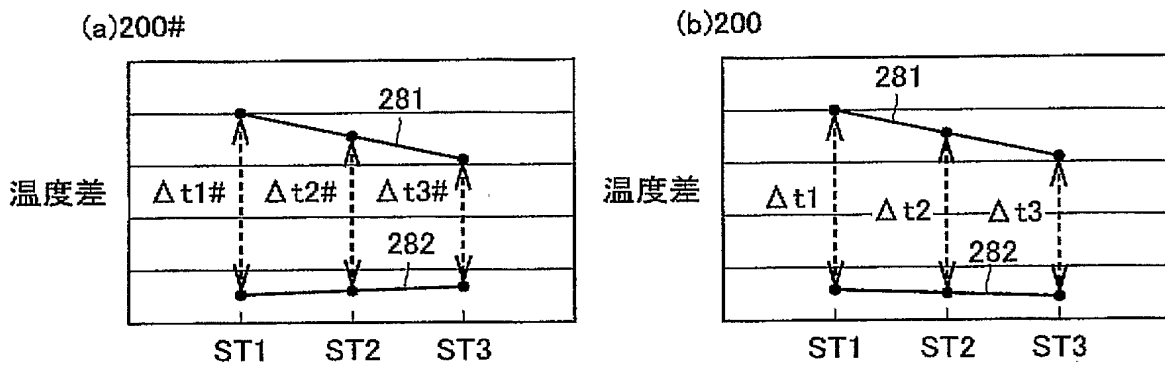
【図 3】



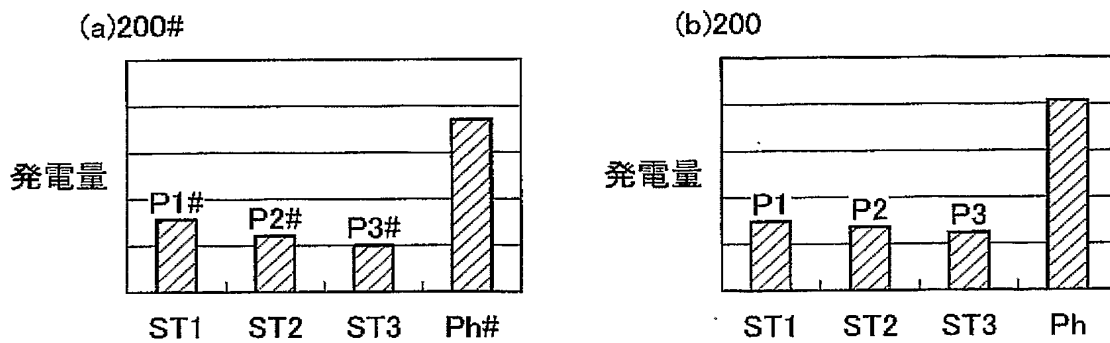
【図 4】



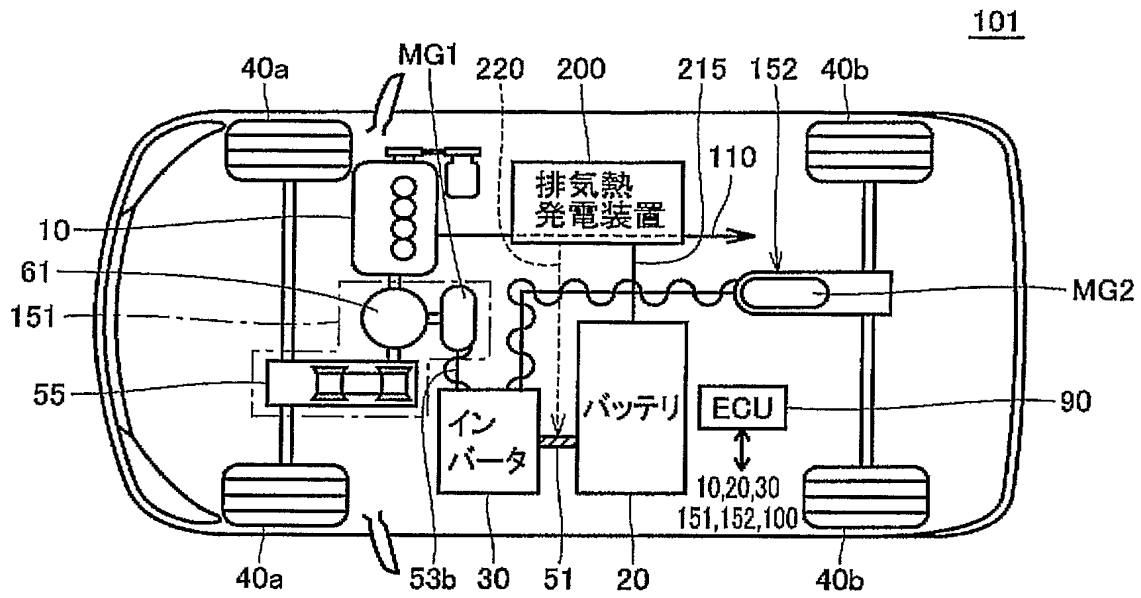
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配管構造を複雑化することなく排気熱発電装置の熱電変換効率を向上させる。

【解決手段】 エンジン 1 0 からの排気 1 5 は、排気管 1 1 0 内部を所定方向に沿って排出される。冷却水ポンプ 2 3 0 は、冷却水循環路 2 5 0, 2 6 0 のそれぞれに冷媒が循環するように冷却水を供給する。冷却水循環路 2 6 0 には、排気管 1 1 0 に沿って設けられ、内部を冷却水が流れる冷却水管 2 6 5 が含まれる。スタック S T 1 ~ S T 3 において、複数の熱電発電素子が、排気管 1 1 0 および冷却水管 2 6 5 に対して排気 1 5 の上流側から下流側へ順次取付けられる。冷却水管 2 6 5 中の冷却水の流れが、排気管 1 1 0 を流れる排気 1 5 の方向と対向するように設計することにより、下流側のスタック S T 3 での排気管 1 1 0 および冷却水管 2 6 5 の温度差が大きくなるので、各スタックでの発電量差が低減されて、全体の発電量が向上する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 4 - 1 1 3 3 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社